

## Fresnel zone plate imaging

|      |   |
|------|---|
| 著者   | Itaya Gensei  |
| 内容記述 | Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(B), no. 11, 1979. 3. 15                  |
| 発行年  | 1979  |
| URL  | <a href="http://hdl.handle.net/2241/5862">http://hdl.handle.net/2241/5862</a> |

|               |  |        |         |         |       |
|---------------|--|--------|---------|---------|-------|
| 氏 名 (本 籍)     | いた<br>板  | や<br>屋 | げん<br>源 | せい<br>清 | (石川県) |
| 学 位 の 種 類     | 理  | 学      | 博       | 士       |       |
| 学 位 記 番 号     | 博  | 乙      | 第       | 11      | 号     |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 昭和54年 3月15日                                      |        |         |         |       |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 5 条第 2 項該当                                 |        |         |         |       |
| 審 査 研 究 科     | 物理学研究科   |        |         |         |       |
| 学 位 論 文 題 目   | Fresnel Zone Plate Imaging (フレネル ゾーン プレートによる像形成) |        |         |         |       |
| 主 査           | 筑波大学教授   | 理学博士   | 中       | 村       | 正 年   |
| 副 査           | 筑波大学教授   | 理学博士   | 三       | 雲       | 昂     |
| 副 査           | 筑波大学教授   | 理学博士   | 沢       | 田       | 克 郎   |
| 副 査           | 筑波大学教授   | 理学博士   | 三       | 宅       | 和 夫   |
| 副 査           | 筑波大学教授   | 理学博士   | 坂       | 柳       | 義 巳   |

## 論 文 の 要 旨

本研究のフレネル ゾーン プレートによる像形成は、放射線を発する物体をフレネル変換して得られるホログラムを、フーリエ変換して再生画像を得る方法である。著者は人体の一器官、例えば甲状腺程度の大きさの物体の再生画像を得るための符号化開口として使用するゾーン プレートの特性(大きさ、オープン ゾーンの数、分解能等)を、主として可視光によるシミュレーションによって、理論と実験事実に基づいて決定した。本論文は 2部よりなる。

### 1. 軸上フレネル ゾーン プレートによる像形成

軸上フレネル ゾーン プレート (FZP) に単色平行光を投射したとき、焦点を中心とした光軸方向の強度分布の半値幅を採用して、光軸方向の分解能係数を求めた。光軸(縦)方向の分解能係数は 3.6 である。この数値は断層効果を知る指標になることを示した。

軸上 FZP のフーリエ変換面上の強度分布は、各オープン ゾーンによる振幅分布の和より求めることができる。フーリエ変換面上の強度分布から、レイリーの評価を採用して、横方向の分解能係数が、ゾーン数の関数として求められた。オープン ゾーンが 9 個以上のとき、横方向の分解能係数は通常のレンズの場合とほぼ同じ値、1.2~1.3 となる。

像面(ホログラム面)上の強度分布は、物体の強度分布と、FZP の透過関数の重ね合わせ積分となる。像面上の物体の空間周波数と FZP の空間遮断周波数が一致する条件のもとに得られたホ

ログラムは、分離能の良い再生画像を生ずることが判った。

符号化開口としてポジティブ F Z P を使用して得られたホログラムを反転して再生すると、物体の信号成分と直流成分が建設的に干渉して、明るい背景の中に明るい再生画像が得られる。反対にネガティブ F Z P を使用した場合、両成分は破壊的に干渉して、明るい背景の中に黒い再生画像が得られる。

物体を符号化するために必要な F Z P のオープンゾーンの数、ポジティブ F Z P では 10 個以上、ネガティブ F Z P では 9 個以上であることが判った。またガンマ線収集率を良くするには、直径の大きい F Z P が有利である。必要な空間分解能を 5 mm 程度であるとしたとき、直径約 9 cm で 9 個または 10 個のオープンゾーンの F Z P が符号化開口として適当であると決定した。

## 2. 軸外れフレネルゾーンプレートによる像形成

軸外れ F Z P を現在の目的に使うためには、物体のもつ空間周波数と、F Z P のそれとを合わせる必要がある。このことはハーフトンスクリーン（ロンチ・ルーリング）を物体に近接させて置き、搬送空間周波数を適当に変換することによって解決できる。軸外れ F Z P の場合には、再生画像は直流成分と完成に分離して得られる。空間分解能の良い再生画像を得るためには、像面に於けるハーフトンスクリーンの空間周波数と、軸外れ F Z P の空間周波数が一致するように配置することが重要である。空間分解能 5 mm を得るには、中心空間周波数  $8\text{ cm}^{-1}$ 、直径 8 cm の軸外れ F Z P が必要であった。

## 審 査 の 要 旨

フレネルゾーンプレートをシャドーマスクとして、点光源の影絵をつくれば、それは 1 点のホログラムに対応したものになっているので、これを撮影したものを、通常ホログラム再生法によって再生すれば、もとの 1 点の像が得られる。本論文はこの原理を、点光源ではなく通常の物体を光源とした場合にどうなるかの拡張を計った研究である。その目的は、医療用として、人体の一器官の異状を調べるために、放射線を発するアイソトープをその器官に沈着させ、そこから発する放射線を光源として、フレネルゾーンプレートを、上述の如きシャドーマスクを得るための開口として用い、放射線源のホログラムを撮影し、それを再生して物体像を得るためのものである。

本論文は二部よりなり、第一部では軸上フレネルゾーンプレートを用いた場合、第二部では、軸外れフレネルゾーンプレートによる場合を、理論的に、そして実験的に研究している。

軸上フレネルゾーンプレート（F Z P と略称）の場合には、理論的に横方向の分解能係数が、ゾーン数 18～19 で、通常のレンズに近い値  $\beta = 1.2 \sim 1.3$  となり、実験的にもそれが正しいことが確かめられた。

軸外れ F Z P では、再生画像は、回折現象の関係しない直流成分光を完成に分解して観測することができるが、100～200 のゾーン数を必要とする上に、物体のもつ空間周波数を、F Z P のそれと

合わせる必要があり、そのため、ハーフトーン スクリーンを物体上に置く必要があるなど、実用面で困難性を伴うことが判った。

また軸上、軸外し両方の場合共に、断層写像効果のあることも確認された。さらに軸上 F Z P を用いた場合、現在医療用に実用されているピンホール型撮影に比べ、露出時間にして 140 分の 1 で、同程度の解像力が得られている。

このような研究は、外国で最近、漸く採りあげられてきつつあるとは言え、国内ではまだ殆んど未開拓の分野であるにも拘わらず、著者は殆んど独力で、理論的にも実験的にも、応用の分野に挑み、数多くの実験を積み重ねて系統的な研究を行ない、F Z P を用いての像形成に大きな進歩をもたらした。本研究は、F Z P による像形成の応用面に、理論的にも、実験的にも大きく奇与するものとして高く評価される。

よって、著者は理学博士の学位を受けるのに十分な資格があるものと認める。